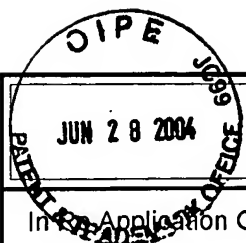


IFW



**TRANSMITTAL LETTER**  
**(General - Patent Pending)**

Docket No.  
**2870**

In Re Application Of: **ROSSTEUSCHER, H., ET AL**

Serial No.  
**10/768,892**

Filing Date  
**01/30/2004**

Examiner

Group Art Unit

Title: **LINEAR GUIDE DEVICE**

TO THE COMMISSIONER FOR PATENTS:

Transmitted herewith is:

**CERTIFIED COPY OF THE PRIORITY DOCUMENT 103 03 948.1**

in the above identified application.

- ☒ No additional fee is required.
- ☐ A check in the amount of \_\_\_\_\_ is attached.
- ☐ The Director is hereby authorized to charge and credit Deposit Account No. \_\_\_\_\_ as described below.
- ☐ Charge the amount of \_\_\_\_\_
- ☐ Credit any overpayment.
- ☐ Charge any additional fee required.

  
Signature

Dated: **JUNE 25, 2004**

I certify that this document and fee is being deposited on **JUNE 25, 2004** with the U.S. Postal Service as first class mail under 37 C.F.R. 1.8 and is addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

  
Signature of Person Mailing Correspondence

**MICHAEL J. STRIKER**

Typed or Printed Name of Person Mailing Correspondence

CC:



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 03 948.1  
**Anmeldetag:** 31. Januar 2003  
**Anmelder/Inhaber:** Rexroth Star GmbH,  
97424 Schweinfurt/DE  
**Bezeichnung:** Linearführungseinrichtung  
**IPC:** F 16 C 29/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. Januar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Hintermeier'.

Hintermeier

# WEICKMANN & WEICKMANN

Patentanwälte

European Patent Attorneys · European Trademark Attorneys

Unser Zeichen:  
**29591P DE/HGmo**

Anmelder:  
**Rexroth Star GmbH**  
**Ernst-Sachs-Straße 100**

**97424 Schweinfurt**

DIPL.-ING. **H. WEICKMANN** (bis 31.1.01)  
DIPL.-ING. **F. A. WEICKMANN**  
DIPL.-CHEM. **B. HUBER**  
DR.-ING. **H. LISKÄ**  
DIPL.-PHYS. DR. **J. PRECHTEL**  
DIPL.-CHEM. DR. **B. BÖHM**  
DIPL.-CHEM. DR. **W. WEISS**  
DIPL.-PHYS. DR. **J. TIESMEYER**  
DIPL.-PHYS. DR. **M. HERZOG**  
DIPL.-PHYS. **B. RUTTENSBERGER**  
DIPL.-PHYS. DR.-ING. **V. JORDAN**  
DIPL.-CHEM. DR. **M. DEY**  
DIPL.-FORSTW. DR. **J. LACHNIT**

---

**Linearführungseinrichtung**

---

## Linearführungseinrichtung

### Beschreibung

5

Die Erfindung betrifft eine Linearführungseinrichtung umfassend:

- eine Führungsschiene,
- einen auf der Führungsschiene in deren Längsrichtung hin- und herbewegbaren Führungswagen, und
- 10 - einen Wälzkörperumlauf, in dem eine endlose Reihe von Wälzkörpern umläuft,

wobei der Wälzkörperumlauf einen lasttragenden Abschnitt aufweist, in dem die Wälzkörper zum einen mit einer Führungsbahn der Führungsschiene und zum anderen mit einer Laufbahn des Führungswagens in lasttragendem Eingriff stehen, und

15

wobei die Laufbahn des Führungswagens an einem mit dem Führungswagen verbundenen Laufbahnelement ausgebildet ist, welches zumindest an seinem wälzkörperereinlauf-seitigen Ende einen freitragenden Abschnitt aufweist, der nicht an dem Führungswagen abgestützt ist.

20

Aus der DE 198 06 139 A1 ist eine gattungsgemäße Linearführungseinrichtung bekannt, welche im Bereich der axialen Enden des Laufbahnelements mit Ausnehmungen versehen ist, um ein Ausweichen des zugeordneten Endes des Laufbahnelements zu gestatten. Hierdurch soll ein gleichmäßiger Einlauf der Wälzkörper in den lasttragenden Abschnitt des Wälzkörperumlaufs auch bei Momentenbelastung und Wellendurchbiegungen sowie bei Formfehlern im Führungssystem gewährleistet werden, also bei außergewöhnlichen Belastungszuständen der Linearführungseinrichtung. Die Länge des freitragenden Abschnitts des Laufbahnelements weist dabei einen Wert auf, der erheblich kleiner ist als der Durchmesser der Wälzkörper.

25

30

Das Verdienst der Erfinder der vorliegenden Anmeldung besteht nicht nur darin, der Frage nachgegangen zu sein, ob sich mit einem derartigen freitragenden Abschnitt des Laufbahnelements die Laufeigenschaften der Linearführungseinrichtung auch in ganz normalen Situationen, beispielsweise dem unbelasteten Lauf verbessern lassen. Vielmehr haben sich die Erfinder auch durch die negativen Versuchsergebnisse nicht abschrecken lassen, die sie bei einer bloßen Übertragung der aus der DE 198 06 139 A1 bekannten Maßnahmen, insbesondere der Anwendung des aus dieser Druckschrift bekannten kurzen freitragenden Abschnitts, erhielten, sondern haben weitere Untersuchungsarbeiten und Versuchsreihen durchgeführt. Dabei haben sie herausgefunden, dass sich auch im normalen Betrieb der gattungsgemäßen Linearführungseinrichtungen die Laufeigenschaften, insbesondere die Reibungseigenschaften und Ablaufgenauigkeit, dadurch verringern lassen, dass der freitragende Abschnitt eine Länge aufweist, die wenigstens gleich dem Durchmesser der Wälzkörper ist.

Dies gilt insbesondere für Linearführungseinrichtungen, bei denen das Laufbahnelement aus Stahl gefertigt ist und die Dicke des freitragenden Abschnitts des Laufbahnelements zwischen etwa 1 mm und etwa 30 mm beträgt, und bei denen die Wälzkörper aus Stahl oder Keramik gefertigt sind, einen Durchmesser zwischen etwa 1 mm und etwa 20 mm aufweisen. Die beim Eintritt der Wälzkörper in den lasttragenden Abschnitt des Wälzkörperumlaufs auftretende Gesamtverformung der Wälzkörper einerseits und der Laufbahnen in Führungsschiene und Führungswagen bzw. Laufbahnelement andererseits weist einen Wert von höchstens etwa 100  $\mu\text{m}$  auf. Der genaue Wert dieser Gesamtverformung lässt sich mit der Formel nach Herz berechnen. Erfahrungsgemäß liegen die Beiträge der Wälzkörper und Laufbahnen jedoch etwa in der gleichen Größenordnung.

Bei Beachtung der erfindungsgemäßen Bemessungsregel lassen sich deutlich bessere Laufeigenschaften und niedrigere Reibkräfte, insbesondere niedrigere Reibkraftschwankungen, erzielen, als bei herkömmlichen Linear-

führungseinrichtungen, insbesondere als bei der gattungsbildenden Linearführungseinrichtung nach der DE 198 06 139 A1. Und dies deshalb, weil durch die erfindungsgemäße Bemessungsregel sichergestellt ist, dass die Wälzkörper lastfrei in den Bereich des lasttragenden Abschnitts des Wälzkörperumlaufs einlaufen, wobei sie nicht sprunghaft, sondern  
5 allmählich Last übernehmen.

Durch die gleichzeitige Beschränkung der Länge des freitragenden Abschnitts auf höchstens das 3,5-fache des Durchmessers der Wälzkörper kann sichergestellt werden, dass der Einlaufbereich möglichst kurz  
10 bemessen ist, so dass die Linearführungseinrichtung nach wie vor eine ausreichende Tragzahl und Steifigkeit aufweist. Bei vorgegebener Laufwagenlänge vermindert sich nämlich die Tragzahl des Laufwagens mit zunehmender Länge des Einlaufbereichs.

15 Sehr gute Ergebnisse können beispielsweise dann erzielt werden, wenn der freitragende Abschnitt des Laufbahnelements eine Länge aufweist, die wenigstens gleich dem 1,2-fachen des Durchmessers der Wälzkörper ist, vorzugsweise etwa das 1,6- bis 1,9-fache des Durchmessers der  
20 Wälzkörper beträgt.

Wie die Untersuchungen der Anmelderin ferner gezeigt haben, setzt sich der freitragende Abschnitt des Laufbahnelements im Wesentlichen aus zwei Unterabschnitten zusammen, nämlich einem ersten Unterabschnitt, in  
25 welchem der freitragende Abschnitt durch das Einlaufen der Wälzkörper elastisch verformt wird, und einem zweiten Unterabschnitt, der in Folge der elastischen Verformung des ersten Unterabschnitts als Einlaufschräge für die Wälzkörper dient. In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Länge des elastisch verformten, ersten Unterabschnitts des  
30 freitragenden Abschnitts des Laufbahnelements höchstens das 1,5-fache des Durchmessers der Wälzkörper beträgt. Die Länge des auf Grund der elastischen Verformung des ersten Unterabschnitts als Einweisungsschräge

dienenden zweiten Unterabschnitts kann dabei derart bemessen sein, dass die Wälzkörper im Bereich des freien Endes des Laufbahnelements auch tatsächlich lastfrei in den Bereich des freitragenden Abschnitts des Laufbahnelements einlaufen können.

5

Bei sehr steifen Laufbahnelementen, beispielsweise aus Stahl gefertigten Laufbahnelementen, deren freitragender Abschnitt eine Dicke von mehr als 15 mm aufweist, kann der Fall eintreten, dass der freitragende Abschnitt nicht nur durch einen einzigen Wälzkörper elastisch verformt wird. Ab auch in diesem Fall wird die Hauptverformung des freitragenden Abschnitts durch denjenigen Wälzkörper hervorgerufen, der dem lasttragenden Abschnitt des Wälzkörperumlaufs am nächsten angeordnet ist. Daher wird in diesem Fall unter der „Länge des elastisch verformten, ersten Unterabschnitts“ der Abstand verstanden, den der für die Hauptverformung verantwortliche Wälzkörper dann von dem lasttragenden Abschnitt des Wälzkörperumlauf hat, wenn der ihm vorauslaufende Wälzkörper gerade in den lasttragenden Abschnitt des Wälzkörperumlauf übergetreten ist.

10

15

Um die Länge des zweiten Unterabschnitts auf einen möglichst niedrigen Wert begrenzen zu können, kann zudem zumindest ein Teil des freitragenden Abschnitts des Laufbahnelements als Einlaufschräge ausgebildet sein. D.h. das lastfreie Einlaufen der Wälzkörper wird in diesem Fall nicht nur durch die elastische Verformung des ersten Unterabschnitts, sondern auch durch entsprechende Formgebung des zweiten Unterabschnitts und gewünschtenfalls auch des ersten Unterabschnitts ermöglicht.

20

25

Wie dies aus der DE 198 06 139 A1 an sich bekannt ist, kann der freitragende Abschnitt des Laufbahnelements durch eine am Führungswagen ausgebildete Ausnehmung bereitgestellt sein. Zusätzlich oder alternativ ist es jedoch auch möglich, dass der freitragende Abschnitt des Laufbahnelements durch eine an dem Laufbahnelement selbst ausgebildete Ausnehmung bereitgestellt ist.

30

Die Erfindung wird im Folgenden an einem Ausführungsbeispiel anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert werden. Es stellt dar:

Fig. 1 einen schematischen Teilschnitt einer erfindungsgemäßen Linearführungseinrichtung.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Linearführungseinrichtung ganz allgemein mit 10 bezeichnet. Sie umfasst eine Führungsschiene 12, auf der ein Führungswagen 14 in Längsrichtung A der Führungsschiene 12 hin- und herbewegbar angeordnet ist. Ferner umfasst die Linearführungseinrichtung 10 einen Wälzkörperumlauf 16, in welchem eine endlose Reihe von Wälzkörpern 18 umläuft.

In Fig. 1 ist lediglich ein Teil eines lasttragenden Abschnitts 20 des Wälzkörperumlaufs 16 dargestellt. Die Wälzkörper 18 laufen in der Darstellung gemäß Fig. 1 von rechts in diesen lasttragenden Abschnitt 20 ein und gelangen dabei in lasttragenden Eingriff mit einer Führungsbahn 12a, die an der Führungsschiene 12 ausgebildet ist, sowie mit einer Laufbahn 22a, die an einem Laufbahnelement 22 ausgebildet ist, welches wiederum mit dem Laufwagen 14 verbunden ist.

Im Bereich des Wälzkörperumlaufs ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel das Laufbahnelement 22 hinterschnitten ausgebildet. Durch diese Hinterschneidung weist es einen freitragenden Abschnitt 24 auf, der nicht am Führungswagen 14 abgestützt ist. Unter dem Einfluss der einlaufenden Wälzkörper 18 wird dieser freitragende Abschnitt 24 in seinem an den Hauptkörper des Laufbahnelements 22 angrenzenden Unterabschnitt 24a elastisch verformt, sodass der an das freie Ende des freitragenden Abschnitts 24 angrenzende Unterabschnitt 24b als Einweisungsschräge für die Wälzkörper 18 dienen kann. Gemäß Fig. 1 wird der freitragende Abschnitt 24 insgesamt um die Distanz b ausgelenkt.



Läuft nun ein Wälzkörper 18 in Fig. 1 von rechts in den Einlaufbereich des lasttragenden Abschnitts 20 des Wälzkörperumlaufs 16 ein, so ist er zunächst noch vollkommen lastfrei (Wälzkörper 18a). Mit fortschreitender Weiterbewegung in Fig. 1 nach links gelangt der Wälzkörper dann in Anlage an die Führungsbahn 12a und die Laufbahn 22a, wobei er zunächst noch unverformt ist (Wälzkörper 18b). Schließlich übernimmt er lasttragende Funktion, wobei er zwischen der Führungsbahn 12a des Führungswagens 12 und der Laufbahn 22a des Laufbahnelements 22 um den Betrag  $a$  elastisch zusammengedrückt wird. Dies ist in Fig. 1 für die Wälzkörper 18c dargestellt, welche sich bereits in dem eigentlichen lasttragenden Abschnitt 20 des Wälzkörperumlaufs befinden. Für diese Wälzkörper 18c ist gestrichelt ihre undeformierte Gestalt dargestellt. Die vorstehend beschriebene elastische Verformung des freitragenden Abschnitts 24 und insbesondere dessen Unterabschnitts 24a ist eine Folge der von den Wälzkörpern 18 im Zuge des Zusammendrückens auf den freitragenden Abschnitt 24 ausgeübten Gegenkraft.

Um sicherstellen zu können, dass die Wälzkörper 18 vollkommen lastfrei in den Einlaufbereich, d.h. in den Bereich des freitragenden Abschnitts 24 des Laufbahnelements 22 einlaufen können, muss die Auslenkung  $b$  des freitragenden Abschnitts größer sein als das Maß  $a$  der Deformation der Wälzkörper 18. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Länge  $L$  des freitragenden Abschnitts 24 mindestens so groß ist wie der Durchmesser  $D$  der Wälzkörper 18. Im Hinblick auf die Bereitstellung einer möglichst hohen Tragzahl der Linearführungseinrichtung 10 sollte die Länge  $L$  jedoch höchstens das 3,5-fache des Durchmessers  $D$  der Wälzkörper 18 betragen.

In analoger Weise hat sich gezeigt, dass die Länge  $l$  des elastisch verformten Unterabschnitts 24a des freitragenden Abschnitts 24 höchstens das 1,5-fache des Durchmessers  $D$  der Wälzkörper 18 betragen sollte. Um das allmähliche Zusammendrücken der Wälzkörper 18 beim Einlaufen in

den lasttragenden Abschnitt 20 des Wälzkörperumlaufs 16 ohne  
übermäßige elastische Verformung des freitragenden Abschnitts 24  
sicherstellen zu können, wird bei einem aus Stahl gefertigten  
Laufbahnelement 20 für die Dicke d des freitragenden Abschnitts 24 ein  
5 Wert von zwischen etwa 1 mm und etwa 30 mm gewählt.

Zusätzlich oder alternativ zu der Hinterschneidung des Laufbahnelements  
22 kann der freitragende Abschnitt 24 dieses Laufbahnelements 22 auch  
durch Ausbilden einer Ausnehmung 14a am Führungswagen bereitgestellt  
10 werden. Diese Ausnehmung 14a ist in Fig. 1 strich-punktiert angedeutet.

Um das lastfreie Einlaufen der Wälzkörper 18 auch ohne allzu starke  
elastische Verformung des freitragenden Abschnitts 24 sicherstellen zu  
können, kann zudem zumindest ein Teil des freitragenden Abschnitts 24  
15 mit einer Einlaufschräge 24c ausgebildet sein, die in Fig. 1 strich-punkt-  
punktiert angedeutet ist.


## Ansprüche

1. Linearführungseinrichtung (10), umfassend:
- eine Führungsschiene (12),
  - einen auf der Führungsschiene (12) in deren Längsrichtung (A) hin- und herbewegbaren Führungswagen (14), und
  - einen Wälzkörperumlauf (16), in dem eine endlose Reihe von Wälzkörpern (18) umläuft,
- wobei der Wälzkörperumlauf (16) einen lasttragenden Abschnitt (20) aufweist, in dem die Wälzkörper (18) zum einen mit einer Führungsbahn (12a) der Führungsschiene (12) und zum anderen mit einer Laufbahn (22a) des Führungswagens (14) in lasttragendem Eingriff stehen, und
- wobei die Laufbahn (22a) des Führungswagens (14) an einem mit dem Führungswagen (14) verbundenen Laufbahnelement (22) ausgebildet ist, welches zumindest an seinem wälzkörperereinlauf-seitigen Ende einen freitragenden Abschnitt (24) aufweist, der nicht an dem Führungswagen (14) abgestützt ist,
- dadurch gekennzeichnet**, dass der freitragende Abschnitt (24) eine Länge (L) aufweist, die wenigstens gleich dem Durchmesser (D) der Wälzkörper (18) ist.
2. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 1,
- dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge (L) des freitragenden Abschnitts (24) höchstens das 3,5-fache des Durchmessers (D) der Wälzkörper (18) beträgt.
3. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
- dadurch gekennzeichnet**, dass der freitragende Abschnitt (24a) des Laufbahnelements (22) eine Länge (L) aufweist, die wenigstens

gleich dem 1,2-fachen des Durchmessers (D) der Wälzkörper (18) ist, vorzugsweise etwa das 1,6- bis 1,9-fache des Durchmessers (D) der Wälzkörper (18) beträgt.

- 5      4.      Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge (l) eines elastisch verform-  
ten Unterabschnitts (24a) des freitragenden Abschnitts (24) des  
Laufbahnelements (22) höchstens das 1,5-fache des Durchmessers  
(D) der Wälzkörper (18) beträgt.


10

-  5.      Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil des freitragenden  
Abschnitts (24) des Laufbahnelements (22) als Einlaufschräge (24c)  
ausgebildet ist.

15

6.      Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der freitragende Abschnitt (24) des  
Laufbahnelements (22) durch eine am Führungswagen (14) ausge-  
bildete Ausnehmung (14a) bereitgestellt ist.

20

-  7.      Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der freitragende Abschnitt (24) des  
Laufbahnelements (22) durch eine an dem Laufbahnelement (24)  
selbst ausgebildete Ausnehmung bereitgestellt ist.

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Linearführungseinrichtung (10) mit einer  
5 Führungsschiene (12) und einem auf der Führungsschiene (12) in deren  
Längsrichtung (A) hin- und herbewegbaren Führungswagen (14). Ein  
Wälzkörperumlauf (16), in dem eine endlose Reihe von Wälzkörpern (18)  
umläuft, weist einen lasttragenden Abschnitt (20) auf. Eine Wälzkörper-  
Laufbahn (22a) des Führungswagens (14) ist an einem mit dem  
10 Führungswagen (14) verbundenen Laufbahnelement (22) ausgebildet,  
welches zumindest an seinem Einlaufende einen freitragenden Abschnitt  
(24) aufweist, der nicht an dem Führungswagen (14) abgestützt ist.  
Erfindungsgemäß weist der freitragende Abschnitt (24) eine Länge (L) auf,  
die wenigstens gleich dem Durchmesser (D) der Wälzkörper (18) ist.

15  
(Figur 1)

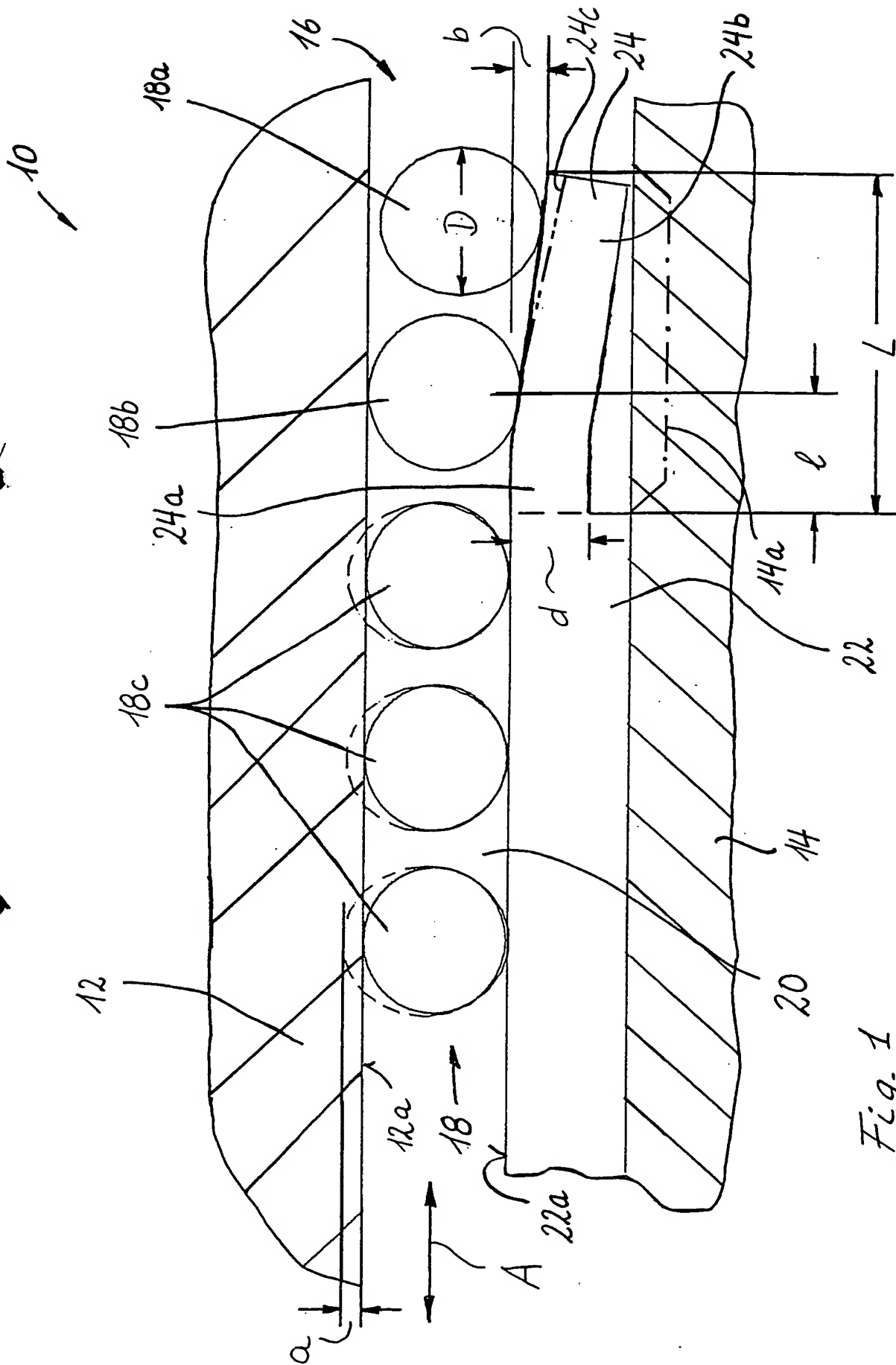


Fig. 1

